

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08073935 A**

(43) Date of publication of application: **19.03.1996**

(51) Int. Cl. **C21D 8/02**

B21B 3/02, C22C 19/03, C22C 38/00, C22C 38/08, C22F 1/10

(21) Application number: **06208868**

(22) Date of filing: **01.09.1994**

(71) Applicant: **NKK CORP**

(72) Inventor: **MISAKI HIROYUKI
INOUE TADASHI
NARITA HITOSHI**

(54) PRODUCTION OF ALLOY STRIP OF IRON-NICKEL ALLOY

(57) Abstract:

PURPOSE: To reduce the generation of ear cracking and to obtain an alloy strip at high yield by subjecting an Fe-Ni alloy slab having a specified compsn. to primary hot rolling, reheating and secondary hot rolling under specified conditions.

CONSTITUTION: An Fe-Ni alloy having a compsn. contg., by weight, 25.0 to 85.0% Ni, 0 to 1.0% Mn and 0 to 0.1% Sn is prepd. This alloy slab is subjected to primary hot rolling in the ranges in which the temp. of the center part in the width direction of the alloy strip

is regulated to $\geq 930^{\circ}\text{C}$, the draft per pass to 16 to 45% and the total of the drafts to 70 to 90%. Next, the edge parts in the width direction of the alloy strip are heated to regulate the temp. of the edge parts of the alloy strip to the range of 930 to 1200°C and the temp. of the center part to $\geq 50^{\circ}\text{C}$. Next, secondary hot rolling is executed under the conditions in which the temp. of the edge parts of the alloy strip is regulated to $\geq 750^{\circ}\text{C}$, the draft per pass to 50% and the total of the drafts to $\leq 95\%$. Thus, the Fe-Ni alloy strip can be produced with ear cracking generated on the edge parts prevented, and a trimming stage can be eliminated.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-73935

(43)公開日 平成8年(1996)3月19日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 8/02	D	8821-4K		
B 2 1 B 3/02				
C 2 2 C 19/03	E			
38/00	3 0 2	Z		
38/08				

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平6-208868	(71)出願人	000004123 日本鋼管株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号
(22)出願日	平成6年(1994)9月1日	(72)発明者	見崎 裕之 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72)発明者	井上 正 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(72)発明者	成田 斉 東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日 本鋼管株式会社内
		(74)代理人	弁理士 細江 利昭

(54)【発明の名称】 Fe-Ni系合金の合金帯の製造方法

(57)【要約】

【目的】 歩留りよく、能率的にFe-Ni系合金の合金帯を製造する。

【構成】 Niを25.0～85.0%、Snを0.1%以下含有したFe-Ni系合金のスラブ加熱後に、1次熱間圧延工程を1パス当たりの圧下率を16%～45%、圧下率の合計を70%～90%、幅方向中央部の温度を930℃以上で行い、その後、合金帯の幅方向端部を930℃以上、1120℃未満で、かつ合金帯の幅方向中央部-50℃以上に再加熱し、2次熱間圧延工程を1パス当たりの圧下率を50%以下、圧下率の合計を90%以下、幅方向端部の温度を750℃以上で行う。

【効果】 耳割れのないFe-Ni系合金の合金帯がえられる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、Niを25.0～85.0%およびMnを1.0%以下(0を含む)、Snを0.1%以下(0を含む)を含有するFe-Ni系合金のスラブを加熱し、1次熱間圧延、再加熱および2次熱間圧延を経て合金帯を製造する方法において、1次熱間圧延を合金帯の幅方向中央部温度を930℃以上、1パス当たりの圧下率を16～45%、圧下率の合計を70～90%の範囲で行い、再加熱により合金帯の幅方向端部を加熱して、合金帯の端部温度を930℃から1120℃未満の範囲で、かつ合金帯の中央部温度50℃以上とし、2次熱間圧延を合金帯の端部温度を750℃以上、1パス当たりの圧下率を50%以下、圧下率の合計を95%以下の範囲で行うことを特徴とするFe-Ni系合金の合金帯の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、LNG貯蔵用タンク、CRT用シャドウマスク等に広く使用されているインバー合金、ICリードフレーム用として使用されている42アロイや、Fe-Ni-Co系コバル合金、および磁性材料として磁気ヘッドや磁気シールド用に使用されているパーマロイ等の、各種のFe-Ni系合金の合金帯の製造方法に関する。

【0002】

【従来技術】重量%でNiを25.0～85.0%含むFe-Ni系合金は、室温から300℃までの温度域での熱膨張係数が低い材料として、LNG貯蔵用タンク、CRT用シャドウマスクおよびICリードフレームに、また優れた軟磁性材料として各種の磁気シールドおよび磁気ヘッド等に広く用いられている。

【0003】これらの用途には通常は冷間圧延板が使用されるが、Fe-Ni系合金は電気炉等で溶解された後にインゴットの分解圧延、あるいは連続鋳造によりスラブにされ、熱間圧延および冷間圧延を経て薄板に加工される。

【0004】しかしながら、Fe-Ni系合金は熱間加工性が極めて低く、熱間圧延で合金帯の幅方向端部(以下、端部と記す)にしばしば耳割れが発生する。この耳割れをそのまま放置すると、冷間圧延で合金帯が破断する原因となるため、冷間圧延前にトリミングを行う必要がある。このトリミングにより歩留りは著しく低下し、製造に要する時間も長くなり、コスト高になることを余儀なくされてきた。また、当然のことではあるが、熱間圧延板として使用する場合にも耳割れは、トリミングにより除去する必要がある、同様に歩留りを低下させてきた。

【0005】Fe-Ni系合金において、熱間圧延における上記の割れの発生を軽減する方法として、例えば特開平2-111838号公報は、Sの低減及びBの添加

が有効であるとしている。これは、熱間加工性の低下の原因となる粒界へのSの偏析を減少させ、割れの発生を軽減させると言うものである。

【0006】また、特開昭63-171852号公報は、Ti、Zr、NbおよびBの添加が熱間加工性の改善に有効であるとしており、特開平1-275741号公報は、Ni-Fe-Cr系合金における例ではあるが、Bの添加が熱間加工性の改善に有効であるとしている。

【0007】一方、特開平5-65607号公報には、耳割れの発生しにくい熱間圧延条件が示されており、例えば熱間圧延を2段階に別け、前半はスラブの表面を鉄板で覆い圧延し、鉄板を除去した後に後半の圧延を行うことにより、割れの発生を大幅に低減できることが示されている。

【0008】

【発明が解決しようとする問題点】しかしながら、上述した技術には以下に述べる様な問題点がある。すなわち、Sの低減や、Ti、Zr、NbおよびB等の添加による熱間加工性の改善方法の採用は、溶解コストの上昇をまねく。また、用途によってはTi等の元素の添加は、合金に必要とされている特性に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0009】一方、特開平5-65607号公報には、種々の技術が開示されてはいるが、スラブを鉄板で覆わない場合には、耳割れは完全にはなくなっていない。スラブを鉄板で覆って圧延する場合には、耳割れは発生しないとされてはいるが、この方法が製造能率を下げると共に、製造コストの上昇をもたらすことは明らかである。

【0010】本発明はFe-Ni系合金の熱間圧延において、合金帯の端部に発生する耳割れを低減し、歩留り良く合金帯を製造する方法を提供することを目的としたものである。

【0011】

【問題点を解決するための手段】本発明に係るFe-Ni系合金の合金帯の製造方法は、重量%で、Niを25.0～85.0%およびMnを1.0%以下(0を含む)、Snを0.1%以下(0を含む)を含有するFe-Ni系合金のスラブを加熱し、1次熱間圧延、再加熱および2次熱間圧延を経て合金帯を製造する方法において、1次熱間圧延を合金帯の幅方向中央部温度を930℃以上、1パス当たりの圧下率を16～45%、圧下率の合計を70～90%の範囲で行い、再加熱により合金帯の幅方向端部を加熱して、合金帯の端部温度を930℃から1120℃未満の範囲で、かつ合金帯の中央部温度50℃以上とし、2次熱間圧延を合金帯の端部温度を750℃以上、1パス当たりの圧下率を50%以下、圧下率の合計を95%以下の範囲で行うものである。

【0012】

【作用】従来技術で述べた如く、Fe-Ni系合金は熱間圧延時の加工性が劣るため、端部に耳割れが発生する。本発明者らは多くのFe-Ni系合金において不純物としてのSn量の制限と、熱間圧延条件および再加熱条件の組み合わせによる耳割れの発生防止の技術を検討し、本発明を完成させた。

【0013】なお、本発明で対象としているFe-Ni系合金には、Niの他に合金元素としてCoを含有するいわゆるスーパーインバー合金、コバル合金、必要に応じてMo、Cu、Cr等を含有する各種パーマロイ等を含むものとする。

【0014】まず、本発明の化学組成の限定理由を以下に示す。Niは重量%（以下、本発明においてはすべて重量%とする）で25.0～85.0%の範囲とする。これは現用のFe-Ni系合金のNi量の範囲が25.0～85.0%であるためにもよるが、Ni量が25.0%未満の場合は、一般的には熱間加工性は必ずしも低くはない。また、Ni量が85.0%を越えると、製造条件を本発明の範囲内にしても耳割れが発生する。

【0015】Mnは1.0%以下の範囲で添加することにより、熱間加工性を向上させることができる。しかし、1.0%を越えると、かえって熱間加工性を低下させるため、添加量の上限は1.0%とする。

【0016】本発明においては、不純物としてのSn量の制限が重要である。スクラップ等より混入するSnは、合金の熱間加工性に大きな悪影響を及ぼす。Snは結晶粒界に偏析し結晶粒界の強度を下げ、耳割れの原因になると予想している。この現象はSnの含有量が0.1%を越えると著しくなり、熱間加工条件および再加熱条件を最適にした場合も耳割れの発生を防止できない。したがって、Sn量は0.1%以下に制限する。

【0017】なお本発明におけるFe-Ni系合金には、Co、Cr、Cu、Mo、Ti、Ta、Nb、V等の合金元素を、合計で25%以下の範囲で含有するものも含むものとする。先に述べた、スーパーインバー合金、コバル合金および各種パーマロイ等は、これらの各種の添加元素を含有している。

【0018】また、脱酸元素であるSi、Alは、それぞれ1.0%以下の範囲で含有させてもよい。さらに、脱酸・脱硫元素であるCa、Mg、REM、Ytは、それぞれ0.1%以下の範囲で含有させることができる。

【0019】不可避の不純物であるO、S、N、P、Cは、それぞれ、0.1%以下の範囲で含有しても本発明の目的は達せられる。ただし、一般的には合金に要求される特性上より、より厳しい制限を受ける場合が多い。例えばCRT用シャドウマスクにおいては、エッチング性の確保等より、これらの不可避の不純物は0.01%程度、あるいはそれ以下にすることが要求されることが多い。

【0020】また、上記した以外の成分元素について

は、本発明の目的とする特性に影響を与えない範囲で含んでもよい。

【0021】次に、熱間圧延条件および再加熱条件の限定理由を述べる。まず、スラブの加熱温度は特に規定しないが、一応の目安は1050～1300℃の範囲である。通常の製造プロセスにおいては、スラブの厚さは100mm以上のため、スラブの加熱温度が1050℃未満の場合は、熱間圧延の終了時まで加工に必要な十分な温度が確保できない。

【0022】また、1300℃を越えると加熱時に粒界酸化が進行し、これが割れの原因になる。したがって、スラブは通常1050～1300℃の範囲に加熱するが、スラブの厚さにより、また粒界酸化が進行しにくい加熱条件の採用等により、この範囲が変化することはもちろんである。

【0023】1次熱間圧延時における1パス当りの圧下率の範囲は16～45%とする。16%未満の場合は再結晶による結晶粒の微細化が十分に起こらず、2次熱間圧延時に熱間加工性の不足による耳割れが発生する。また、45%を越えると材料の変形能の限界を越えるため耳割れが発生する。したがって、上記の範囲とする。なお、1次熱間圧延時のパス回数は通常4～7回であるが、この内の一回でも上記の上限を越えると耳割れが発生する。

【0024】1次熱間圧延時の圧下率の合計の範囲を、70～90%とした理由は、同様に70%未満の場合は、再結晶による結晶粒の微細化が十分に起こらず、2次熱間圧延時に熱間加工性の不足による、耳割れが発生するためである。また、90%を越えると材料の変形能の限界を越えるため、耳割れが発生するためである。

【0025】1次熱間圧延のパス回数を4回以上とした理由も同様であり、4回未満の場合は再結晶による結晶粒の微細化が十分に起こらず、2次熱間圧延で熱間加工性の不足による耳割れが発生するためである。

【0026】1次熱間圧延は合金帯の幅方向中央部（以下、中央部と記す）の温度を、930℃以上で終了させる。930℃未満に低下すると、端部の温度はさらに低くなっており、1次熱間圧延の終了時までには耳割れが発生する。また、変形抵抗が大きくなり2次熱間圧延が困難になる。

【0027】1次熱間圧延終了後に合金帯の端部を再加熱して、合金帯の端部温度を930℃から1120℃未満に昇温する。再加熱温度が930℃未満の場合は、2次熱間圧延の初期に耳割れが発生する。一方、1120℃以上に加熱すると粒界酸化が激しくなり、それに起因した割れが2次熱間圧延時に著しくなる。

【0028】また、端部の再加熱は、端部温度が中央部温度より、50℃低い温度以上になる様に行う。再加熱温度がこの温度未満の場合は、中央部が圧延により延ばされるのに対して、端部が追従できず耳割れが発生す

る。これに対して、逆に端部を中央部より50℃以上高くすることは可能であるが、この場合はもちろん問題はない。なお1次熱間圧延終了後の合金帯の端部の温度は中央部に比較して、通常は約80～100℃低下している。

【0029】2次熱間圧延は1パス当たりの圧下率を50%以下、圧下率の合計を95%以下の範囲で、端部温度を750℃以上で終了させる。再加熱後の2次熱間圧延の圧延条件は1次熱間圧延に比較して広がる。1パス当たりの圧下率は上限のみの限定となり50%以下である。50%以下とした理由は50%を越える圧下は加工度が過大であり、耳割れが発生するためである。圧下率の合計を95%以下とした理由も同様である。

【0030】なお、端部を再加熱して930℃以上にした場合も、圧延中の温度低下が著しく端部の温度が750℃未満になると、変形能が低下し耳割れが発生する。したがって、2次熱間圧延は端部温度を750℃以上で終了させる必要がある。

【0031】

【実施例】表1に示す化学組成を有するFe-Ni系合金を用いて、熱間圧延時における耳割れの発生について検討した。表中の合金1～5は36%Niのインバー合金、合金6～10は42%Niの42アロイ、合金11～14は45%NiのパーマロイB、合金15～18は78%NiのパーマロイC、合金19はコバル合金、合金20はスーパーインバー合金である。なお、表中の合金5、10、14、18はSnを0.1%以上含有する比較合金である。

【0032】まず、熱間圧延条件および再加熱条件に注目した、本発明の実施例であるNo. 1～16を表2に、比較例であるNo. 17～29を表3に示す。No. 1～8は表1に示した合金1を用いており、Sn量は0.002%である。熱間圧延条件および、再加熱条件ともに本発明の範囲内にあり、耳割れはまったく発生していない。

【0033】No. 9、10は、合金11を用いており、Sn量は0.003%である。No. 11は合金15を用いており、Sn量は0.003%である。

【0034】No. 12、13は合金6を用いており、Sn量は0.005%である。No. 14、15は合金19を用いており、Sn量は0.005%である。No. 16は合金20を用いており、Sn量は0.004%である。

【0035】これらのNo. 9～16の実施例も先のインバー合金の実施例と同様に、本発明の製造方法により

製造した場合には、耳割れはまったく発生しない。

【0036】次に比較例について述べる。No. 17は合金1を用いているが、1次熱間圧延終了時の中央部の温度が本発明の範囲以下であり、最終パスで耳割れが発生した。No. 18は合金11を用いているが、1次熱間圧延時の第1パスの圧下率が本発明の範囲以下であり、結晶粒が十分に細粒化しないため、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。

【0037】No. 19は合金15を用いているが、1次熱間圧延時の第1パス、第5パスの圧下率および圧下率の合計が本発明の範囲以下であり、同様に結晶粒が十分に細粒化しないため、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。

【0038】No. 20～26およびNo. 28、29はいずれも合金1を用いている。No. 20は1次熱間圧延時のパス回数が少なく本発明の範囲以下であり、結晶粒が十分に細粒化しないため、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。

【0039】また、No. 21は1次熱間圧延時の圧下率の合計が、本発明の範囲以下であり、結晶粒が十分に細粒化しないため、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。また、No. 22は1次熱間圧延時の圧下率の合計が本発明の範囲以上であり、第6パスで耳割れが発生した。

【0040】No. 23は1次熱間圧延時の第2パスの圧下率が本発明の範囲以上であり、このパスで耳割れが発生した。No. 24は1次熱間圧延後に端部の再加熱を行っておらず、中央部と端部との温度差が本発明の範囲以上であり、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。

【0041】No. 25は端部の再加熱温度を、本発明の温度範囲以上にしたため粒界酸化が起こり、2次熱間圧延時に耳割れが発生した。No. 26は2次熱間圧延時の第1パスの圧下率が本発明の範囲以上であり、耳割れが発生した。

【0042】No. 27は合金15を用いているが、2次熱間圧延時の圧下率の合計が本発明の範囲以上であり、耳割れが発生した。

【0043】No. 28は端部の再加熱温度が、本発明の温度範囲以下であり、2次熱間圧延時の第3パスで耳割れが発生した。No. 29は2次熱間圧延時の最終のパスの温度が本発明の範囲以下であり、最終パスで耳割れが発生した。

【0044】

【表1】

合金	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Co	Sn	O	N	Mo	Cu
1	0.01	0.11	0.12	0.010	0.003	36.2	0.03	0.12	0.002	0.0041	0.0048	-----	-----
2	0.01	0.10	0.35	0.013	0.002	36.0	0.13	0.18	0.009	0.0038	0.0052	-----	-----
3	0.02	0.11	0.12	0.010	0.005	36.2	0.08	0.12	0.022	0.0071	0.0059	-----	-----
4	0.01	0.11	0.32	0.012	0.002	36.1	0.33	0.58	0.095	0.0041	0.0072	-----	-----
5	0.02	0.10	0.35	0.010	0.002	36.0	0.13	1.18	0.123	0.0039	0.0049	-----	-----
6	0.01	0.07	0.04	0.010	0.002	42.1	0.01	0.01	0.005	0.0041	0.0050	-----	-----
7	0.01	0.06	0.04	0.008	0.001	42.0	0.01	0.01	0.009	0.0041	0.0051	-----	-----
8	0.01	0.08	0.08	0.008	0.001	42.6	0.03	0.01	0.021	0.0074	0.0052	-----	-----
9	0.01	0.08	0.04	0.007	0.001	42.7	0.02	0.51	0.096	0.0042	0.0070	-----	-----
10	0.01	0.08	0.04	0.008	0.001	42.6	0.32	1.43	0.110	0.0042	0.0051	-----	-----
11	0.01	0.10	0.03	0.010	0.002	45.1	0.01	0.01	0.003	0.0041	0.0049	-----	-----
12	0.01	0.09	0.04	0.009	0.001	45.0	0.01	0.01	0.023	0.0040	0.0051	-----	-----
13	0.01	0.09	0.04	0.010	0.002	45.2	0.01	0.01	0.094	0.0041	0.0049	-----	-----
14	0.01	0.09	0.04	0.009	0.001	45.0	0.01	0.01	0.103	0.0041	0.0050	-----	-----
15	0.01	0.09	0.05	0.005	0.001	78.6	0.01	0.01	0.003	0.0036	0.0042	4.12	2.46
16	0.01	0.09	0.05	0.004	0.001	78.5	0.01	0.01	0.025	0.0038	0.0041	4.16	2.48
17	0.01	0.09	0.06	0.004	0.001	78.4	0.01	0.01	0.092	0.0039	0.0042	4.18	2.46
18	0.01	0.09	0.07	0.004	0.001	78.5	0.01	0.01	0.103	0.0041	0.0046	4.21	2.46
19	0.01	0.07	0.04	0.010	0.002	29.6	0.01	17.55	0.005	0.0040	0.0049	-----	-----
20	0.01	0.08	0.03	0.007	0.001	32.4	0.01	5.01	0.004	0.0038	0.0045	-----	-----

単位は重量%

【0045】

【表2】

No	金 厚さ(mm)	加 熱 温 度(℃)	1 次熱間圧延工程の圧延圧下率 (%)						熱間圧 延時(分)	2 次熱間圧延の圧下率 (%) 及び圧延温度(℃)						合計	耳割れ長 さ(mm)			
			1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6					
1	1	250	1100	18.5	22.7	26.2	24.7	20.0	28.6	80.1	981℃	45.6	43.4	34.4	28.7	23.1	18.8	14.6	92.4	0
2	1	190	1150	21.9	35.2	40.7	35.4	---	---	81.5	983℃	40.7	38.9	35.7	29.7	27.6	21.3	18.6	92.5	0
3	1	220	1120	16.4	17.4	23.7	23.3	16.9	16.5	71.9	988℃	858	939	920	901	884	863	844	94.5	0
4	1	170	1060	33.1	20.0	36.8	18.1	---	---	72.3	1014℃	34.3	38.7	41.4	38.0	33.4	25.8	22.6	94.5	0
5	1	250	1150	16.5	22.1	28.6	25.9	16.7	32.2	80.6	931℃	980	956	929	909	891	869	845	92.2	0
6	1	250	1055	16.5	22.1	28.6	25.9	16.7	32.2	80.6	935℃	42.3	38.7	40.4	28.8	24.6	21.6	13.4	92.3	0
7	1	250	1100	16.5	22.1	28.6	25.9	16.7	32.2	80.6	960℃	939	915	892	867	853	839	816	92.3	0
8	1	250	1150	16.2	21.7	27.1	38.8	35.5	35.2	88.0	1110℃	42.3	38.7	40.4	28.8	24.6	21.9	13.4	93.0	0
9	11	200	1150	27.7	30.6	33.6	26.4	---	---	74.9	983℃	44.6	39.7	40.1	29.3	25.1	22.0	15.4	87.3	0
10	11	200	1150	27.7	30.6	33.6	26.4	---	---	74.9	960℃	32.6	29.6	28.2	28.1	25.4	20.1	14.9	87.3	0
11	15	180	1250	25.4	35.9	35.1	30.9	---	---	73.9	985℃	941	924	908	889	872	854	840	92.2	0
12	6	220	1150	28.8	25.6	23.4	31.2	18.9	---	77.4	1110℃	41.9	38.1	31.6	30.6	30.2	18.0	24.7	85.9	0
13	6	220	1080	28.8	25.6	23.4	31.2	18.9	---	77.4	1012℃	31.5	27.6	27.2	26.5	23.2	21.2	12.4	85.9	0
14	19	160	1150 *	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	985℃	31.5	27.6	27.2	26.5	23.2	21.2	12.4	92.2	0
15	19	180	1080	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	1032℃	40.8	37.1	30.5	28.4	29.6	22.1	23.7	92.2	0
16	20	160	1150	24.4	26.9	25.2	29.8	20.5	20.6	70.3	994℃	933	910	892	876	863	845	821	91.4	0
											949℃	38.8	36.1	30.5	28.4	30.1	18.5	22.6		
											1010℃	1032	1001	982	953	929	899	872		

(1) 上段: 1 次熱間圧延工程終了時の合金対中央部の温度
 (2) 上段: 2 次熱間圧延工程の圧下率
 下段: 1 次熱間圧延工程終了時の合金対中央部の温度
 下段: 2 次熱間圧延工程の圧下率

No	合金	厚さ(mm)	加熱温度(℃)	1次熱間圧延工程の圧延圧下率(%)						加熱温度(℃)	2次熱間圧延の圧下率(%)						及び圧延温度(℃)(2)						圧延長さ(mm)
				1	2	3	4	5	6	合計	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
17	1	250	1040	16.6	22.2	28.8	25.3	16.3	32.2	80.4	42.2	39.4	40.2	29.3	25.0	22.6	16.6						7
18	11	140	1200	9.1	45.0	37.9	30.5	----	----	78.4	953	928	901	874	847	822	803						5
19	15	200	1200	13.9	18.1	22.1	18.6	10.9	20.6	68.0	1046	1025	924	963	932	901	870						3
20	1	160	1150	35.2	35.2	38.7	----	----	----	74.3	943	924	906	887	869	850	832						4
21	1	140	1150	19.0	18.1	19.7	16.5	----	----	55.5	950	930	905	889	875	851	830						5
22	1	230	1150	31.0	35.2	33.5	35.4	36.1	37.8	92.4	940	921	898	868	842	821	802						5
23	1	180	1200	20.8	48.1	22.5	23.3	24.6	27.8	86.7	935	909	885	854	832	806	799						4
24	1	120	1200	25.2	36.6	42.2	31.8	----	----	80.9	952	925	908	899	869	838	812						6
25	1	200	1100	16.5	22.0	28.5	26.2	17.2	31.9	80.6	960	942	923	905	886	868	850						7
26	1	180	1160	21.0	22.1	22.7	23.5	24.9	27.5	81.3	1141	1123	1082	1053	1024	995	966						5
27	15	160	1250	34.4	17.1	38.2	16.4	----	----	71.9	944	918	892	866	840	814	788						11
28	1	250	1100	16.5	22.1	28.6	25.9	16.7	32.2	80.6	1037	1011	984	957	931	905	875						8
29	1	250	1055	16.5	22.1	28.6	25.9	16.7	32.2	80.6	935	905	875	851	822	793	769						8

(*)1 上段: 1次熱間圧延工程終了時の合金対中央部の温度
 (下段: 1次熱間圧延工程での端部の温度)

(*)2 上段: 2次熱間圧延工程での端部の温度
 (下段: 2次熱間圧延工程での端部の温度)

下線付きは発明範囲外

【0047】次にSn量に注目した本発明例及び比較例を表4に示す。No. 30～32、および40は36%Niのインバー合金であり、表1中のSnの含有量を変化させた合金2～5の結果である。No. 33、34および41は45%NiのパーマロイBの結果である。

合金12～14であり、同様にSnの含有量を順次増加させている。

【0048】No. 35、36および42は78%NiのパーマロイCであり、合金16～18を、またNo. 37～39および43は42%Niの42アロイであ

り、合金7～10の結果である。なお、熱間圧延条件および再加熱条件は各合金の種類毎にほぼ同一としているが、もちろん本発明の範囲内にある。

【0049】表より明らかなように、Snの含有量が0.1%以下の合金にはいずれも耳割れは発生していな

い。しかし、比較例であるSnの含有量が0.1%をこえる合金には耳割れが発生しており、Sn量の限界値が0.1%であることがわかる。

【0050】

【表4】

No	合金	厚さ(mm)	再加熱温度(℃)	1次熱間圧延工程の圧延圧下率(%)						再加熱温度(℃)	2次熱間圧延工程の圧延圧下率(%)						合計	耳割れ長さ(mm)
				1	2	3	4	5	6		1	2	3	4	5	6		
本 発 明 例	30	2	250	18.5	22.7	26.2	24.7	20.0	28.6	80.1	45.6	43.4	34.4	29.7	23.1	18.8	14.6	0
	31	3	250	18.5	22.7	26.2	24.7	20.0	28.6	80.1	967	951	931	911	891	872	855	0
	32	4	250	18.5	22.7	26.2	24.7	20.0	28.6	80.1	965	945	929	910	890	870	852	0
	33	12	200	27.7	30.6	33.6	26.4	----	----	74.9	965	948	929	909	888	868	848	0
	34	13	200	27.7	30.6	33.6	26.4	----	----	74.9	945	927	909	892	878	858	842	0
	35	15	160	25.4	36.9	35.1	30.9	----	----	78.9	946	929	909	893	879	861	840	0
	36	17	160	25.4	36.9	35.1	30.9	----	----	78.9	1041	1017	988	959	934	909	877	0
	37	7	160	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	1045	1019	991	960	935	913	881	0
	38	8	160	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	932	911	893	874	862	846	820	0
	39	9	160	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	935	916	896	879	868	848	823	0
比 較 例	40	5	250	18.5	22.7	26.2	24.7	20.0	28.6	80.1	938	919	899	881	869	851	831	6
	41	14	200	27.7	30.6	33.6	26.4	----	----	74.9	965	948	928	909	888	868	849	9
	42	18	160	25.4	36.9	35.1	30.9	----	----	78.9	962	942	907	889	872	855	842	11
	43	10	160	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	1041	1014	985	959	933	906	876	7
	44	10	160	19.9	26.8	26.1	25.9	23.4	18.8	80.0	934	915	894	875	866	844	821	7

(+1) 上段: 1次熱間圧延工程終了時の合金対中央部の温度
(+2) 上段: 2次熱間圧延工程での端部の温度
下段: 1次熱間圧延工程での端部の温度
下段: 2次熱間圧延工程での端部の温度

【0051】

【発明の効果】本発明によりFe-Ni系合金の合金帯

を製造する場合は、合金帯の端部に発生する耳割れを防止することが可能である。そのため、トリミング工程が

不要となり、歩留りの向上および製造コストの低減が可能となり、生産性および経済性の上からみた価値は極めて大きい。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶
C 2 2 F 1/10

識別記号
A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

